Aus dem Institut für physikalische Therapie
und Röntgenologie der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. med. G. Böhm

Die Bedeutung der Kochsalzbestimmung im Sputum

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer
Hohen Medizinischen Fakultät der Bayerischen
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Otto Zorn

Buch- und Kunstdruckerei Wilh. Postberg, Bottrop i. W.

1938

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München.

Referent: Prof. Dr. med. G. Böhm,
Balneologisches Institut der Universität München.

Tag der Promotion: 12. XII. 1935.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die Arbeit wurde angefertigt
in der Tuberkulose-Heilstätte Donaustauf bei Regensburg.

Direktor: Dr. Nicol.

Über den Kochsalzstoffwechsel bei einzelnen Erkrankungen der Respirationsorgane herrscht seit Jahren große Unklarheit. Die Demineralisationslehre von Binet und Robin wurde von Ott, Meyer und Vornhoeve widerlegt. Man stellte fest, daß der kranke Organismus in der Lage ist, einzelne Salze zu speichern. Bei den Tuberkulösen wurden in dieser Richtung Versuche angestellt. Senator, v. Noorden, Ott, Mitulescu, in neuester Zeit vor allem E. Brieger und Meyer-Bisch fanden, daß die Tuberkulösen Kochsalz zu retinieren vermochten.

Bei allen in dieser Richtung angestellten Versuchen blieb die Kochsalzausscheidung im Sputum gänzlich unberücksichtigt, da man die durch das Sputum ausgeschiedene Menge für unwesentlich hielt. 1910 zeigte Falk an einem Fall von Bronchiektasie, daß die durch das Sputum ausgeschiedene NaCl-Menge über 2—3 g sein kann. Im Durchschnitt bewegt sich die abgegebene NaCl-Menge zwischen 0,40 bis 1,20 g pro die (Bamberger, Renk, Falk). Daß diese Mengen bei einem Stoffwechselversuch nicht außer acht gelassen werden können, liegt auf der Hand. Weiterhin muß eine fortlaufende Sputumuntersuchung ein ziemlich klares Bild über die Kochsalzausscheidungsverhältnisse der Lunge geben.

Aus diesen Erwägungen heraus wurden bei verschiedenen Kranken in dieser Richtung Untersuchungen angestellt. Das Ziel dabei war, festzustellen:

1. ob der Organismus in der Lage ist, NaCl zu speichern und ob dieses Speicherungsvermögen allen Lungenkranken zukommt;

2. ob man nicht auf Grund eingehender Sputumuntersuchungen feststellen kann, wann die kochsalzfreie Diät nach Sauerbruch-Herrmannsdorfer indiziert oder wann sie ein therapeutischer Fehler ist.

Meyer-Bisch hat festgestellt, daß dem NaCl im Körper mehrere Eigenschaften zukommen, einmal eine hydropigene, ein andermal eine diuretische. Es beschränkt den Eiweißabbau und regelt die Salzsäureproduktion des Magens.

Der NaCl-Gehalt des Blutes schwankt innerhalb sehr enger Grenzen (Brieger, Meyer-Bisch) und kann praktisch als konstant angesehen werden. Brieger stellte nur im schweren Endstadium der Tuberkulose eine Hypochlorurie fest.

Der Kochsalzgehalt des Schweißes schwankt innerhalb sehr großer Breiten. Im allgemeinen scheidet jedoch ein fiebernder Phthisiker nicht mehr als 1 g NaCl im Schweiße täglich aus.

Der Kochsalzgehalt des Kotes ist sehr gering und weist gegenüber dem Normalen keine Unterschiede auf.

Der Gehalt des Urins an NaCl wurde bei unseren Versuchen zum Vergleich herangezogen.

Man war sich völlig darüber klar, daß die Zusammensetzung des Sputums eine außerordentlich komplizierte ist. Ist doch der pathologische Auswurf gemischt aus dem normalen Sekret der Respirationsschleimhaut und den durch die Veränderung bei der Krankheit erzeugten Produkten, Plasma, zellige Bestandteile, Blut, Eiter, pathologische Sekrete. Eine Trennung dieser einzelnen Komponenten voneinander ist praktisch nicht gut möglich. Man hat früher (Nasse) den normalen Schleim der Luftwege untersucht und festgestellt, daß er 0,80 g-% anorganische Stoffe enthält. Wright, Bamberger, Falk, Biermer und Hösslin untersuchten den katarrhalischen Schleim der Luftwege (vgl. Tabelle 1):

Tabelle 1.

Wright	Bamberger	Biermer	Falk	v. Hösslin
0,50	0,67	0,64 ak. 0,46 chr.	0,65	0,67

g-% anorganische Stoffe

Ich habe während einiger Tage bei mir selbst den morgens ausgehusteten Schleim, den man als normales Sekret bezeichnen kann, gesammelt und stellte fest, daß in 100 g Schleim 0,69 g anorganische Bestandteile enthalten waren, davon wiederum 0,39 g-% NaCl. Diese NaCl-Menge ist so gering — da der Mensch durch Räuspern täglich vielleicht 1—2 g Schleim hervorbringen kann —, daß sie völlig außer Betracht gelassen werden kann.

Die Beimengung des Speichels zum Sputum spielt praktisch eine größere Rolle. Die Zusammensetzung des Speichels hängt nach Rosemann von sehr verschiedenen Bedingungen ab, besonders von der Art und Stärke des auslösenden Reizes, von dem Zustand der Drüsen, von der Beschaffenheit des Blutes usw. — Hammersbacher fand in 100 Teilen Speichelasche 18,352 g Chlor. Ich habe bei 3 gesunden Personen und bei mir den Speichel gesammelt und gefunden, daß der Chlorgehalt zwischen 12 und 28 g in 100 Teilen Asche schwankt. Nach großer Zufuhr von NaCl sowohl in Lösung als auch in Substanz nahm der Gehalt des Speichels an NaCl beträchtlich zu. Bei Zufuhr von 15 g NaCl zur Nahrung betrug der Chlorgehalt in 100 Teilen Asche

22—30 g. Ebenso schnell fiel der Gehalt, als man salzarme Kost zu sich nahm. Hier betrug der Chlorgehalt nur noch 9—14 g in 100 Teilen Speichelasche. Das bestätigen auch die Untersuchungen, die von L. Asher durchgeführt wurden. Bei gewöhnlicher Kost enthalten 100 g Speichelasche im Durchschnitt:

14,21 g Chlor (Hammersbacher) — 15,21 g Chlor (Rosemann).

Bis heute ist es noch nicht geklärt, ob der Speichel ein Transsudat aus der Blutflüssigkeit ist, oder ob er ein Produkt der Lebenstätigkeit der Zellen darstellt. Es bedarf auch noch weiterer Untersuchungen, ob der Speichel des Tuberkulösen eine besondere chemische Zusammensetzung aufweist.

Bei unseren Versuchen haben wir die Patienten angehalten, sofort nach dem Hustenstoß das Sputum abzugeben, so daß die Beimengungen an Speichel sehr gering sind und vernachlässigt werden können.

Zur Lösung der uns gestellten Aufgaben haben wir verschiedene Versuche durchgeführt:

1. Die salzarme Ernährung.
2. Den probatorischen Kochsalzstoß.
3. Die Zufuhr von Wasser und Kochsalz.
4. Den in geringer Form abgeänderten Volhardschen Wasserversuch.
5. Die intravenöse Zufuhr von hypertonischer NaCl-Lösung.

Die Sputumuntersuchungen wurden nach den lehrbuchmäßigen Angaben von v. Hösslin durchgeführt. Das NaCl wurde nach Volhard bestimmt. 1 ccm verbrauchter $^1/_{10}$ normal Silbernitratlösung entsprachen 0,00583 g NaCl, wobei ich den gesamten Chlorgehalt des Sputums mir an Natrium gebunden vorstelle. Nebenbei findet man das Chlor auch noch an Kalium und an Ammonium gebunden vor. Der Gehalt des Sputums an Ammonium ist jedoch sehr gering, der Gehalt an Kalium soll schwanken. Bei gewissen Krankheitszuständen soll das Kalium das Natrium überwiegen. Vor allem im Fieber ist das Natrium bis auf ein Minimum verschwunden. Nach der Krise soll der Natriumgehalt sofort ansteigen, während der Kaliumgehalt sinkt (Salkowski). Genauere Untersuchungen über den Natrium- und Kaliumgehalt des Sputums stehen jedoch noch aus. Im allgemeinen ist das Chlor mit über 96 % an Natrium gebunden.

Bei einer normalen Kost, wie sie in bayerischen Heilstätten üblich ist, nimmt der Patient täglich etwa 10—11 g NaCl mit der Nahrung zu sich. Die bei dieser als normalen bezeichneten Kost angestellten Sputum- und Urinuntersuchungen ergaben folgende Werte (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2. Normale Kost.

Krankheitsbezeichnung	Sputum			Urin		Trinkmenge in ccm
	Menge in ccm	NaCl Gesamt in mg	auf 100 g Sp. in mg-%	Menge in ccm	NaCl in g	
Bronchitis	60	32,78	58,71	1500	8,16	1300
Bronchiektasie	110	58.32	58,11	1200	9.42	1100
Lungenabszeß	10	3,11	30,52	1500	6,21	1500
Lungengangrän	310	193,73	78,12	1000	8,83	1200
Tub. cirrh.	10	4,31	49,21	1200	9,86	1100
„ prod.	5	2,18	48,2	1900	10,12	1700
„ exsud.	120	56,45	51,12	2050	9,93	1900
Frühkaverne	15	18,72	88,21	1850	11,30	1900
Cav. cirrh.	50	27,91	58,21	1250	11,01	1300
Cav. prod.	20	10,12	58,21	1600	10,23	1700
Cav. exsud.	25	10,15	44,12	1810	9,87	2000
Fiebernd exsud. käs.	40	21,17	43,42	1000	4,91	900
Pneumothorax prod.	70	42,16	58,12	1900	10,21	1900
„ exsud.	30	11,15	48,23	1400	11,41	1500
„ cav. cirrh. .	40	21,65	53,21	1450	10,36	1700
„ cav. prod. .	20	10,18	58,11	1300	10,12	1100
„ cav. exsud. .	25	12,91	48,42	1800	9,97	1700

Bamberger hat im vorigen Jahrhundert an einer Reihe von Kranken Sputumuntersuchungen durchgeführt und fand folgende Zahlen (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3.

Chron. Bronchitis	Bronchiektasie	Akute Tbc.	Chron. Tbc.	Eiterartige Sputa	Eiter
0,274 g-% Cl bei 100 g Sput 0,673 g anorg. Salze	0,276 g-% Cl bei 100 g Sput 0,787 g anorg. Salze	0,2614 g-% Cl bei 100 g Sput, 0,738 g anorg. Salze	0,2776 g-% Cl bei 100 g Sput. 0,776 g anorg. Salze	0,2996 g-% Cl bei 100 g Sput. 0,743 g anorg. Salze	0,2312 g-% Cl bei 100 g Sput. 0,941 g anorg. Salze

Bei der von Bamberger als akute Tuberkulose bezeichneten Krankheit handelt es sich um eine exsudative Form der Tuberkulose. Der Patient hatte vorher eine Hämoptoe gehabt. Die chronische Lungentuberkulose stellt einen Patienten von kavernös-zirrhotische Tuberkulose dar. Die von Bamberger gefundenen Zahlen beziehen sich auf den Chlorgehalt, sie stimmen mit den von uns gefundenen im allgemeinen überein. Um die Unterschiede deutlicher zu machen, wurde die im Sputum ausgeschiedene NaCl-Menge auf 100 g Sputum berechnet. Der Bronchitiker und der Bronchiektatiker scheiden verhältnismäßig hohe NaCl-Mengen aus. Der Lungenabszeß zeigte Retention des NaCl. Das ist gut verständlich, wenn man sich klar macht, daß sämtliche Ex- oder Transsudate einen höheren NaCl-Gehalt als das

Blut aufzuweisen haben. Sie stellen also Kochsalzdepots dar. Der Abszeß hat scheinbar die gleiche Bedeutung. Die Lungengangrän zeigt mit massenhaftem Auswurf einen sehr hohen NaCl-Gehalt, der durch die große Menge der vorhandenen Zerfallsprodukte aus der Lunge zu erklären wäre. Die verschiedenen pathologisch-anatomischen Formen der Lungentuberkulose zeigten ein vollkommen verschiedenes Verhalten. Die exsudativen, käsig-exsudativen und kavernös-exsudativen Prozesse waren gekennzeichnet durch einen geringeren NaCl-Gehalt des Auswurfs. Die Frühkaverne zeigte einen äußerst hohen NaCl-Gehalt des Sputums. Hier müssen wir Claret Recht geben, der feststellte, daß der Organismus im akuten Stadium an erheblicher Chlorausschwemmung leidet. Interessant war die Wirkung des Pneumothorax auf den NaCl-Gehalt des Sputums bei den exsudativen und kavernös-exsudativen Prozessen. Es zeigte sich bei diesen Patienten eine relativ erhöhte NaCl-Ausscheidung. Scheinbar wirkt der Pneumothorax indirekt auf die Zusammensetzung des Sputums, denn der Eiweißgehalt des letzteren geht nach Pneumothoraxbehandlung in den meisten Fällen stark zurück.

Nachdem so die Grundzahlen festgelegt worden waren, die nebenbei mit Falk, Bamberger und Renk übereinstimmen, versuchten wir die Kochsalzzufuhr bei den Patienten bis auf ein Minimum herabzusetzen. Nach den Diätenvorschriften von Herrmannsdorfer wurde eine kochsalzarme Kost verordnet, die im wesentlichen 2—3 g NaCl enthielt. Die fortlaufenden chemischen Untersuchungen des Sputums ergaben folgende Durchschnittswerte (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4. Bei kochsalzarmer Kost.

Krankheitsbezeichnung	Sputum			Urin		Tinkmenge in ccm
	Menge in ccm	NaCl in mg	auf 100 g in mg-%	Menge in g	NaCl in g	
Bronchitis	60	32,78	58,71	1700	2,62	1800
Bronchiektasie	110	56,32	51,22	1400	1,93	1500
Lungenabszeß	10	3,54	35,62	1500	2,21	1600
Lungengangrän	310	134,94	43,56	1400	2,93	1400
Tub. cirrh.	10	3,91	39,24	1500	2,10	1500
„ prod.	3	0,94	39,34	1350	2,21	1400
„ exsud.	105	55,13	51,12	1800	2,27	2000
Frühkaverne	18	22,28	113,41	1800	2,34	1900
Cav. cirrh.	40	19,17	39,52	1200	2,57	1400
Cav. prod.	25	10,07	41,23	1400	2,31	1500
Cav. exsud.	24	12,48	49,32	1800	3,01	2100
Fiebernd exsud. käs.	60	31,28	51,23	1300	1,91	1500
Pneumothorax prod.	70	40,42	51,32	2100	1,93	2200
„ exsud.	30	12,12	41,43	1400	2,14	1500
„ cav. cirrh. .	50	22,65	49,34	1600	2,09	1700
„ cav. prod. .	20	9,83	51,46	1800	1,87	1700
„ cav. exsud. .	38	16,94	49,32	1700	2,57	1800

Das Ergebnis dieses Versuches war nun sehr merkwürdig. Bei den Bronchitikern hatte die salzarme Kost kaum einen Einfluß auf die Ausscheidungen im Sputum. Die Werte schwankten zwischen 56 und 60 mg-% auf 100 g Sputum. Die Bronchiektatiker vertrugen die Kost ausgezeichnet. Es machte sich bei ihnen sofort der Einfluß der salzarmen Diät geltend.

Der Lungenabszeß gibt relativ viel mehr Salz durch das Sputum ab als bei gewöhnlicher Ernährung. Wahrscheinlich gibt er dieses mehr an NaCl aus seinem Salzdepot in der Lunge ab. Die Lungengangrän zeigte deutlichen Einfluß der Kost. Die Werte sind sehr niedrig.

Bei der Lungentuberkulose erzielten wir seltsame Schwankungen bei den verschiedensten pathologisch-anatomisch festgelegten Krankheitszuständen. Mit Ausnahme der Frühkavernen und der exsudativen Prozesse ist die ausgeschiedene NaCl-Menge von der dem Körper zugeführten Menge abhängig. Bei den letzteren zeigte sich eine relative Erhöhung der ausgeschiedenen NaCl-Mengen des Sputums.

Um die Wirkungen des Kochsalzes weiter zu erforschen, haben wir unseren Pat. an einer Reihe von Tagen zu einer Standardkost noch 10 g Salz täglich gegeben.

Die Urin- und Sputumuntersuchungen ergaben folgende Durchschnittswerte (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5. Standardkost + 10 g Salz.

Krankheitsbezeichnung	Sputum			Urin		Trinkmenge in ccm	
	Menge in ccm	NaCl in mg	auf 100 g in mg-%	Menge in ccm	NaCl in g		
Bronchitis	65	46,15	71	1900	12,16	2000	
Bronchiektasie	125	74,30	59,2	2100	13,24	2000	
Lungenabszeß	10	Spuren		1500	9.98	1600	diese Pat. erh. 5 g
Lungengangrän	320	204,48	63,80	1400	8,83	1500	
Tub. cirrh.	25	12,44	51,23	1200	13,91	1400	
„ prod.	4	1,98	52,31	1900	14,01	2100	
„ exsud.	110	57,17	51	1700	12.96	1700	
Frühkaverne	12	9,94	82,81	1800	15,61	1600	
Cav. cirrh.	45	24,26	56,35	1600	13,63	1400	
Cav. prod.	18	12,78	68,23	1080	12,89	1300	
Cav. exsud.	24	14,11	56,21	1600	11,95	1400	
Fiebernd exsud. käs.	40	26,27	55,24	1100	7,61	1300	5 g Salz
Pneumothorax prod.	60	41,16	64,25	2100	14,23	2400	
„ exsud.	32	14,25	48,12	1800	12,08	1500	
„ cav. cirrh.	30	20,77	62,25	1500	12.64	1400	
„ cav. prod.	10	5,76	58,21	1150	13.21	900	
„ cav. exsud.	18	11.76	59,32	1200	13,19	1400	

Der Lungenabszeß, die Lungengangrän und der „Fiebernd käsig-exsudative" erhielten infolge des schlechten Allgemeinzustandes nur 5 g Salz pro die.

Es zeigte sich auch hier, daß bei den Bronchitikern und Bronchiektatikern den zugeführten analoge Salzmengen ausgeschieden wurden. Bei Zugabe von Wasser und Salz ergab sich auch nichts besonderes. Trotzdem machten wir noch bei diesen Patienten den großen Volhardschen Wasserversuch in etwas umgeänderter Form. Die Kranken erhielten morgens um 7 Uhr 1500 ccm Tee; blieben den ganzen Tag über im Bett. Es wurde bis 13 Uhr stündlich die Harnmenge, das spezifische Gewicht, die NaCl-Menge des Harns, die Menge des Sputums und die NaCl-Menge desselben festgestellt. Mittags um 13 Uhr erhielten die Patienten Trockenkost (trockenen Reis mit Kalbfleisch), nachmittags 14 Uhr Semmel und Butter. Von 13 Uhr ab wurde die Harn- und Sputummenge nur 2stündlich abgeholt.

Es ergaben sich folgende Werte (vgl. Tabelle 6).

Bronchitis chronica: In der Zeit, wo im Harn nur Spuren von NaCl gefunden werden, ist im Sputum eine relativ hohe Menge zu finden. Erst nachdem im Urin Kochsalz wieder nachzuweisen ist, macht sich im Auswurf ein Sinken der NaCl-Menge bemerkbar. In den Abendstunden und in der Nacht kommt das Sputum wieder auf seinen normalen Wert zurück. Die Umstellung auf die kochsalzarme Kost erfolgt langsamer als im Urin.

Als dem Patienten bei einem Wasserversuch um 8 Uhr früh 15 g NaCl und 1500 ccm Wasser gegeben wurden, machte sich diese vermehrte Zufuhr erst nach 4 Stunden im Sputum bemerkbar, während die Nieren schon sehr früh den Harn konzentriert abgaben.

Tabelle 6. Wasserversuch bei Bronchitis chronica.

Zeit	Urin				Sputum		
	Menge in ccm	Spez. Gew.	NaCl in g	auf 100 ccm in g-%	Menge in ccm	NaCl in mg	auf 100 g Sp. in mg-%
8 Uhr	75	1020	0,42	0,56	20	8,92	58,23
9 „	250	1002	Spuren		12	5,88	59,61
10 „	900	1002	„		10	6,14	62,02
11 „	360	1002	„		10	5,61	57,23
12 „	150	1010	0,83	0,56	6	2,34	30,16
14 „	120	1019	0,61	0,51	10	3,07	32,61
16 „	75	1024	0,43	0,57	10	3,73	39,23
18 „	90	1024	0,48	0,53	8	4,40	48,42

Die Bronchiektatiker (Tabelle 7) zeigten die oben angegebenen Erscheinungen nicht in der ausgeprägten Form. Trotzdem auch hier

bei dem Wasserversuch eine gewisse Verzögerung zu konstatieren ist (Tabelle 7). Den Bronchiektatikern gab ich längere Zeit salzarme Kost. Zwischendurch gab ich ihnen größere Mengen NaCl, um festzustellen ob die größeren NaCl-Mengen auf die Beschaffenheit und die Menge des Auswurfs von Einfluß sind.

Tabelle 7. Wasserversuch bei Bronchiektasie.

Zeit	Urin				Sputum		
	Menge in ccm	Spez. Gew.	NaCl in g	auf 100 ccm in g-%	Menge in ccm	NaCl in mg	auf 100 g Sp. in mg-%
8 Uhr	110	1010	0,59	0,54	—	—	—
9 „	410	1002	Spuren		22	11 90	52,36
10 „	300	1002	„		15	5,67	41,23
11 „	120	1012	0,61	0,51	20	10,51	54,61
12 „	100	1014	0,50	0,50	12	5,67	51,23
13 „	100	1016	0,53	0,53	10	5,11	53 02
15 „	100	1016	0,53	0,53	10	5,57	57,23
17 „	150	1018	0,75	0,50	10	6,11	61,06
19 „	100	1018	0,81	0,81	12	7,24	61,35

Falk teilt bei einem Fall von Bronchiektasen mit, daß nach 7 Tagen kochsalzarmer Diät die Auswurfmenge von 165 auf 80 ccm fiel. Der Patient hustete weniger und fühlte sich wohler. Er stellte folgende Tabelle auf (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 8.

Zeit	Material	Menge in ccm	NaCl in g	NaCl-Einfuhr in g
4 Tage	Harn/Sputum	1400/165	11,21/0,67	14
2 „	„	1450/160	5,40/0,54	2,95
2 „	„	1050/140	2,4 /0,48	2,30
3 „	„	1130/185	13,28/0,71	22,30
2 „	„	1600/150	8,6 /0,62	2,30
3 „	„	1000/135	2,5 /0,52	2,30
4 „	„	1100/80	2,88/0,42	3,4

Aus Falk: Klinische und experimentelle Untersuchungen über die Ausscheidung verschiedener Substanzen durch kranke Lungen.

Wir haben die gleichen Versuche an unseren Bronchiektatikern durchgeführt und konnten den Einfluß der kochsalzarmen Ernährung auf die Menge des Auswurfs nicht nachweisen (vgl. Tabelle 9).

Die Menge des Sputums schwankt zwischen 100—110 ccm. Von einer Besserung durch die kochsalzarme Kost konnte keine Rede sein.

Die Patienten klagten nach wie vor über Husten und Auswurf. Falk meint, daß die Mehrausscheidung von Chlor in das normale Bronchialsekret während des Verbleibens in den bronchiektatischen Kavernen zur Einstellung auf den entsprechenden osmotischen Druck größere Flüssigkeitsmengen gebraucht, so daß bei Salzzufuhr auch mehr Sputum ab gegeben werde.

Tabelle 9. Kochsalzarme Ernährung und Kochsalzstoß bei Bronchiektasie.

Zeit	Material	Menge in ccm	NaCl in g	NaCl-Einfuhr in g
4 Tage	Harn/Sputum	1500/110	13,24/0,72	15
2 „	„	1400/115	7.25/0,68	3,25
2 „	„	1500/120	4,48/0,65	2,5
3 „	„	1400/115	16,23/0,78	20
2 „	„	1400/100	8.96/0.66	2,5
3 „	„	1500/110	3,42/0,61	2.5
4 „	„	1400/110	3,78/0,58	3,5

Zur weiteren Prüfung haben wir unseren Bronchiektatikern morgens um 10 Uhr 20 ccm einer 10 %-NaCl-Lösung langsam injiziert (intravenös). Alle 2 Stunden wurden Urin- und Sputummenge gemessen und der Kochsalzgehalt bestimmt (siehe Tabelle 10). Das Blut hat das Bestreben, zur Erhaltung des eigenen osmotischen Drucks das NaCl sofort wieder abzugeben. Die Folge ist eine erhöhte Ausscheidung sowohl im Sputum als auch im Urin. Man kann jedoch nur einen Teil nachweisen, der Rest dürfte im Gewebe deponiert werden.

Tabelle 10. Intravenöse Zufuhr von 20 ccm einer 10 %-Kochsalzlösung.

Zeit	Urin				Sputum		
	Menge in ccm	Spez. Gew.	NaCl in g	auf 100 ccm in g-%	Menge in ccm	NaCl in mg	auf 100 g Sp. in mg-%
10—12 Uhr	150	1022	0,90	0,60	20	13,35	66,95
12—14 „	125	1020	0,70	0,56	28	16,49	61,41
14—16 „	100	1018	0,43	0,43	20	10,67	54,50
16—18 „	120	1018	0,60	0,50	10	5,48	56,71
18—20 „	200	1016	0,98	0,49	15	8,16	58,70

Der Lungenabszeß reagierte sehr schlecht auf einen Kochsalzstoß (Tabelle 5). Man fand trotz mehrfacher Untersuchungen nur Spuren von NaCl im Sputum. Da der Urin bei dieser Patientin eine relativ hohe Kochsalzzahl aufweist, schloß man, daß die sonst durch

das Sputum ausgeschiedene Menge sich in dem Abszeß aufgespeichert hat. Als man der Patientin zu dem Salzstoß noch Wasser in größeren Mengen gab (1000 ccm), erschien im Sputum wiederum NaCl (10 ccm = 4,97 mg NaCl). Das Kochsalz muß also bei trockener Zufuhr in irgendeiner Form in dem Abszeß oder im Lungengewebe aufgespeichert sein. Theoretisch würden wir also beim Lungenabszeß bei größerer Zufuhr von NaCl einen so hohen Kochsalzgehalt des Abszesses finden, daß wir bei dieser Erkrankung durch größere Kochsalzgaben den gesamten Mineralhaushalt der Lunge ändern würden, auch wenn das NaCl in osmotisch unwirksamer Form gebunden ist. Die Patientin fühlte sich nach größerer Kochsalzzufuhr sehr elend, so daß der Versuch sofort abgebrochen wurde. Ob das NaCl tatsächlich in dem Abszeß retiniert wird, ist nach den Untersuchungen von Zimmermann und Salkowski nicht wahrscheinlich. Das Chlor dürfte schon retiniert werden, es geht jedoch eine andere Verbindung ein. Im Eiter finden wir das Chlor hauptsächlich an Kalium gebunden, während das Natrium nur in relativ kleiner Menge vorhanden ist. Wir müssen annehmen, daß aus dem NaCl in dem Abszeß oder im Blut das Chlor — durch seine leichte Verdrängbarkeit durch andere Stoffe bekannt — frei wird und eine andere Bindung eingeht. Diese Anionenverschiebung soll jedoch nach Snapper nicht vor sich gehen bei Erkrankungen, die mit starker NaCl-Retention einhergehen. Was hier mit dem Chlor geschieht, steht noch nicht fest. Snapper behauptet, daß bei diesen Erkrankungen das Chlor in die Blutkörper aufgenommen wird. Bis jetzt ist das noch nicht bewiesen. Auch die Rolle des Natriums und Kaliums im Stoffwechsel der Lungenkranken ist bis heute noch nicht gelöst (Meyer-Bisch).

Die Lungengangrän zeigte der Ernährung entsprechend große Schwankungen, gleichgültig, ob dem Patienten das NaCl mit oder ohne Wasser gegeben wurde. Die ausgeführte NaCl-Menge verhielt sich immer proportional der eingeführten Menge. Durch die ungeheuren Zersetzungen des Lungengewebes ist hier sowohl die diagnostische als auch die therapeutische Bedeutung der NaCl-Sputumuntersuchungen gleich Null zu setzen. Man müßte noch feststellen, welche Umwandlungen im Kochsalzhaushalt sich nach chirurgischen Eingriffen einstellen würden, um bei der Lungengangrän einen einigermaßen klaren Überblick über den NaCl-Stoffwechsel zu erhalten. Weder die Kochsalzzufuhr noch die Einschränkung desselben verschlimmerten oder verbesserten die Lage unserer Patienten.

Die Tuberkulose nimmt bei dem Kochsalzstoß eine Sonderstellung ein. Die Frühkaverne speichert diesmal das NaCl in für das Sputum relativ hohem Maße. Erst nach Zugabe von Wasser und Kochsalz ist der NaCl-Gehalt wieder gestiegen.

Eingenommen: 1000 ccm Wasser + 20 g Kochsalz.

Ausgeschieden: 15 ccm Sputum mit 13,25 mg NaCl. Das sind 100 g Sputum — 94,32 mg NaCl.

Sowohl die exsudativen Prozesse als auch die beginnenden Einschmelzungen und Frühkavernen zeigten in ihrem Auswurf eine deutliche Ausscheidungsanomalie. Bei einzelnen Tuberkulösen wurden auch die oben angegebenen Wasserversuche angestellt. Es zeigte sich bei den exsudativen Prozessen und Frühkavernen wiederum dasselbe Bild, wie es bereits bei der kochsalzarmen Ernährung beschrieben wurde. Unabhängig von der Nahrung wurde das Kochsalz in völlig ungleichmäßiger Form abgegeben. Als wir den Patienten Salz und Wasser gaben, stellten wir fest, daß sehr viel Wasser retiniert wurde.

Eingenommen: 1500 ccm Wasser + 20 g Kochsalz.

Ausgeschieden: In den ersten 4 Stunden nur 900 ccm Wasser und 6—7 g Salz durch den Urin.

Schittenhelm und Schlecht haben in dieser Richtung Versuche angestellt und gefunden, daß bei Zugabe von Wasser und Salz in den nächsten Stunden weniger Wasser ausgeschieden wurde als nach Zugabe reinen Wassers (1500 ccm Wasser + 20 g Salz — in 4 Stunden waren erst 7—900 ccm Wasser ausgeschieden, bei einigen Personen waren erst 300 ccm ausgeschieden). Auch nach 12 Stunden war das Gleichgewicht noch nicht vorhanden.

Wir müssen also zugestehen, daß wir bei diesen Prozessen mit den uns zur Verfügung stehenden Mitteln nicht in den NaCl-Haushalt, weder durch Wasser, noch durch Kochsalz, noch durch beides eingreifen konnten. Anders lag es bei den produktiven und bei den zirrhotischen Prozessen. Hier konnten wir, wie Tabelle 11 und 12 beweisen, tiefgreifend den NaCl-Haushalt beeinflussen.

Tabelle 11. Wasserversuch bei einem Patienten mit kavernös-zirrhotischer Tuberkulose.

Zeit	Urin				Sputum		
	Menge in ccm	Spez. Gew.	NaCl in g	auf 100 ccm in g-%	Menge in ccm	NaCl in mg	auf 100 g Sp. in mg-%
8 Uhr	130	1004	0,75	0,57	—	—	—
9 „	—	—	—	—	10	6,45	61,48
10 „	450	1002	Spuren		4	2,53	63,19
11 „	270	1002	„		10	4,79	47,92
12 „	250	1002	„		8	4,11	45,31
13 „	100	1012	0,53	0,53	5	Spuren	
15 „	170	1012	0,97	0,57	2	0,91	49,70
17 „	150	1012	0,54	0,36	10	5,91	59,22
19 „	100	1016	0,58	0,58	5	3,23	64,61

Tabelle 12. Wasserversuch bei einem Patienten mit kavernös-produktiver Tuberkulose.

Zeit	Urin				Sputum		
	Menge in ccm	Spez. Gew.	NaCl in g	auf 100 ccm in g-%	Menge in ccm	NaCl in mg	auf 100 g Sp. in mg-%
8 Uhr	120	1010	0,58	0.45	2	1,27	63,54
9 „	800	1002	Spuren		3	1,68	56,09
10 „	750	1002	„		2	0,92	49,23
11 „	320	1002	„		1,5	Spuren	
12 „	180	1008	0,87	0,48	3,5	1.17	47,23
14 „	90	1015	0,49	0,54	4,5	2,44	55,02
16 „	90	1016	0,46	0,48	4	2,44	61,06
18 „	70	1021	0,37	0,54	3	1,91	63,54

Die Übergänge zwischen den einzelnen pathologisch-anatomischen Verlaufsformen gaben nicht immer gleich gute Ergebnisse. Hier sahen wir, wie unendlich verwickelt der Kochsalzstoffwechsel bei den Tuberkulösen ist, und sahen auch, daß wir mit unseren Schlußfolgerungen in bezug auf die Trennungsmöglichkeiten der einzelnen Verlaufsformen — gibt es doch selten rein pathologisch-anatomische trennbare Formen der Tuberkulose — durch Sputumuntersuchungen nicht zu weit gehen dürfen. Es zeigte sich jedoch durch alle Untersuchungen, daß wir uns durch die fortlaufende Kochsalzbestimmung im Sputum ein Bild machen können über den augenblicklichen NaCl-Zustand des betreffenden Organismus, d. h. daß wir feststellen können — natürlich nur im Vergleich mit dem gesamten Krankheitsbild —, ob der Körper das Kochsalz retiniert oder nicht. Damit wären wir einen Schritt weiter gekommen, denn der NaCl-Gehalt des Urins läuft nicht immer parallel mit dem Gehalt des Auswurfs an diesem Stoff.

Da sich die Übergänge zwischen den einzelnen pathologisch-anatomisch festgelegten Formen nicht in das aufgestellte System hereinbringen lassen, muß man annehmen, daß auch bei der Lungentuberkulose im Kochsalzstoffwechsel noch andere Komponenten mitspielen, die wir noch nicht kennen, die aber wahrscheinlich in der Konstitution des Individuums verankert liegen (Standenath).

Die diätetische Behandlung der Lungentuberkulose nach Sauerbruch-Herrmannsdorfer hat vor Jahren viel Staub aufgewirbelt. Bis jetzt sind bei der Lungentuberkulose noch nicht viele Erfolge mit dieser Behandlung erzielt worden. Hängt doch, wie oben klargelegt, der Kochsalzhaushalt von den mannigfachsten Bedingungen ab. Wie Schröder mitteilt, ist es ein großer therapeutischer Fehler, bei jedem Lungenkranken salzarme Diät zu verordnen. Bei dem einen Patienten entwickelt das NaCl, wie oben angedeutet, eine hydropigene,

bei dem anderen eine diuretische Wirkung. Kommt bei einem Tuberkulösen das erstere vor, so können wir uns vorstellen, daß durch die Wasseransammlung des Gewebes den bestehenden exsudativen Tendenzen Vorschub geleistet wird und wir durch unsere Diät den Zustand des Patienten verschlimmern.

Es ist bekannt, daß in der Mitte des vorigen Jahrhunderts den Tuberkulösen viel Salz gegeben wurde. 1851 gab z. B. Latour seinen Tuberkulösen Ziegenmilch mit einer Zulage von 30 g Salz pro die. In neuester Zeit wurden wieder Stimmen laut, die verlangten, daß man einzelnen Lungenkranken mehr Kochsalz zuführen solle. Legl berichtet aus Brasilien, daß die einheimischen Ärzte ihren Patienten Meerwasserinfusionen machen, was nichts anderes ist, als Einspritzung hypertonischer Kochsalzlösungen. Sie wollen bei den Tuberkulösen sehr gute Erfolge mit dieser Therapie erzielt haben.

Wir müssen uns darüber klar sein, daß zwischen Eiweißstoffwechsel und Kochsalzgehalt sehr enge Beziehungen bestehen. Das NaCl wirkt sparend auf die Eiweißzersetzung, solange es nicht dem Körper Wasser entzieht (Hösslin). Durch Wasserarmut findet natürlich erhöhte Zersetzung stickstoffhaltiger Substanz statt.

Die Wasserarmut des Gewebes bei den Tuberkulösen läßt sich nach Brieger nicht durch einfache Wasserzufuhr oder Kochsalz und Wasserzufuhr regeln. Hier spielen die pathologischen Verhältnisse im Wasserhaushalt des Tuberkulösen die größte Rolle. So viel steht jedenfalls fest: Wir dürfen unseren Patienten keine salzreiche Kost verordnen, wenn sich im Sputum abnorme Ausscheidungsverhältnisse zeigen.

So muß stets von Fall zu Fall entschieden werden, welche Diätvorschriften zu machen sind.

Zusammenfassung.

I. Die Kochsalzausscheidung im Sputum ist nicht bei allen Krankheiten der Respirationsorgane gleich.

a) Der chronische Bronchitiker und der Bronchiektatiker scheiden den zugeführten analoge NaCl-Mengen aus und zeigen keinen abnormen Kochsalzgehalt.

b) Die Bronchiektatiker sind nicht einfach salzarm zu behandeln. Die Untersuchungen von F a l k über den Einfluß der salzarmen Diät auf die Auswurfmengen konnten nicht bestätigt werden.

c) Der Lungenabszeß zeigt im Sputum deutliche Retention von NaCl, die auf die Speicherung des Kochsalzes in dem Abszeß zurückgeführt werden kann.

d) Die Lungengangrän kommt infolge ihres gänzlich normalen NaCl-Gehaltes nicht weiter in Betracht.

e) Die Lungentuberkulose läßt gewisse Eigentümlichkeiten in der NaCl-Ausscheidung erkennen:

1. Die Frühkavernen und die exsudativen Prozesse — d. h. alle äußerst akut verlaufenden Prozesse — zeigten bei kochsalzarmer Diät relative Erhöhung der Kochsalzausscheidung und bei NaCl-Zufuhr Retention des Kochsalzes.

2. Die zirrhotischen und produktiven Prozesse zeigen im allgemeinen direkte Abhängigkeit von der Nahrungszufuhr.

3. Die Übergänge zwischen den pathologisch-anatomisch festgelegten Formen lassen sich nicht ohne weiteres in das aufgestellte System einordnen.

4. Die von uns mit Pneumothorax behandelten exsudativen Fälle zeigten bei NaCl-Zufuhr keine Retention von NaCl mehr. Der Pneumothorax scheint indirekt einen Einfluß auf die Zusammensetzung des Sputums zu haben.

II. Auf Grund eingehender Sputumuntersuchungen kann man sich ein Bild über den Kochsalzstoffwechsel des Tuberkulösen machen. Stellt man im Sputum nach Zufuhr von NaCl eine Retention fest, so dürfte die Diät nach S a u e r b r u c h - H e r r m a n n s d o r f e r auf den tuberkulösen Organismus günstig wirken. Praktische Erfahrungen stehen noch aus.

Literaturverzeichnis.

Albu und Neuberg, Physiologie und Pathologie des Mineralstoffwechsels (1906).

Bamberger, Würzburg. med. Z. 1861.

Bethe, Embden, Bergmann, Handb. der normalen und pathol. Physiologie **1927.**

Brieger, Beitr. Klin. Tbk. **61** (1925).

Falk, Z. klin. Med. **71** (1911); Med. Klin. **1909,** Nr. 18; Erg. Physiol. **9** (1910).

Feldmann, Arch. f. inn. Med. **1928,** Nr. 4.

Heinelt, Beitr. Klin. Tbk. **63** (1926).

Herms, Beitr. Klin. Tbk. **78** (1931).

v. Hösslin, Das Sputum. Berlin 1926; Experimentelle Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie des NaCl-Stoffwechsels. München 1909.

Legl, Med. Welt **1930.**

Lichtwitz, Praxis der Nierenkrankheiten.

Link, Münch. med. Wschr. **1915.**

Mecklenburg, Z. Tbk. **9** (1929).

Meyerowitsch, Über Kochsalzstoffwechsel bei fiebernder Tuberkulose. Zürich 1911.

Meyer-Bisch, Ergebnisse der Tuberkuloseforschung **2** (1931).

Plesch, Z. exper. Path. u. Ther. **1906.**

Prigge, Arch. klin. Med. **139** (1922).

Reinwein, Hoppe-Seylers Z. **156/176** (1926/27).

Renk, Z. Biol. **11** (1875).

Salkowski, Virchows Arch. **53.**

Schröder, Erg. Tbk.forschung **3** (1931).

Standenath, Klin. Wschr. **2,** 2261—2264, 2310—2314 (1930).

v. Terray, Z. klin. Med. **26** (1894).

v. Wyss, Z. klin. Med. **70** (1910).

Die Arbeit erschien mit Erlaubnis der Med. Fakultät der Universität München in der Zeitschrift für Tuberkulose: Band 73, Heft 1.

Lebenslauf.

Am 4. August 1910 wurde ich, Otto Zorn, als Sohn des Betriebsführers Otto Zorn und seiner Ehefrau Elisabeth geb. Schlingermann in Dortmund geboren.

Von 1917 bis 1920 besuchte ich eine Privatvorschule in Dortmund und von 1921 bis 1930 war ich auf der Oberrealschule in Hamm (Westf.). Dort bestand ich Ostern 1930 meine Reifeprüfung und die Ergänzungsprüfung in Latein.

Im Sommer 1930 studierte ich in Innsbruck Medizin. Winter 1930 und Sommer 1931 in Bonn, Winter 1931 und Sommer 1932 in Würzburg; dort bestand ich mein medizinisches Vorexamen. Im Winter 1932 und Sommer 1933 war ich wiederum in Bonn und von Winter 1933 ab bis zum Schluß meiner Studienzeit in München.

An dieser letzteren Universität bestand ich am 23. Nov. 1935 mein medizinisches Staatsexamen.